

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-098728  
(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl. G01R 31/02  
H02H 3/00  
H02H 3/17

(21)Application number : 2001-209917 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
TOYOTA MOTOR CORP  
(22)Date of filing : 10.07.2001 (72)Inventor : OSAWA KEN  
TAKADA MASAHIRO  
EKOSHI TERUYOSHI

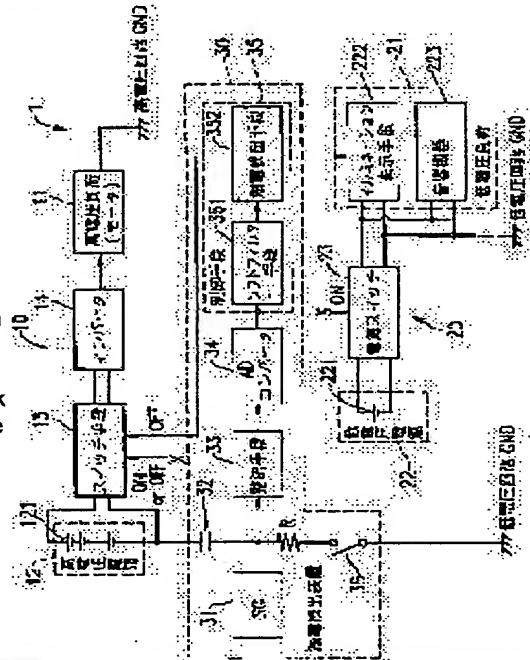
(30)Priority  
Priority number : 2000216685 Priority date : 17.07.2000 Priority country : JP

## (54) ELECTRIC LEAK DETECTION DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect accurately existence of an electric leak between a high-voltage circuit and a low-voltage circuit.

SOLUTION: Even if a short-time noise is superimposed on a sine-wave output from the high-voltage circuit 10 through a coupling capacitor 32, a soft filter means 351 removes only voltage data for leak detection corresponding to a minute time part in which a noise component is detected from the voltage data for leak detection, and a leak detection means 352 compares the maximum voltage value  $V_{max}$  in the remaining voltage data for leak detection after soft filter processing with a threshold  $V_T$  for leak detection, to thereby detect the existence of the leak between the high-voltage circuit 10 and the low-voltage circuit 20. Therefore, false detection of the leak caused by the noise can be prevented. Otherwise, the existence of the leak can be detected by integrating the voltage data for leak detection with a prescribed period  $T$  to operate an effective value of a sine-wave rectification output, and comparing the effective value with a reference effective value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定周期の正弦波を発生する正弦波発生手段と、該正弦波発生手段の出力端と高電圧回路を容量結合する結合手段と、前記正弦波発生手段の出力端に接続された整流手段と、該整流手段の整流出力に対応した漏電検出用電圧データを取得し、該漏電検出用電圧データの最大値と漏電検出用の閾値を比較することにより、前記高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出する漏電検出手段とを有した漏電検出装置において、前記漏電検出手段の前段に、前記整流出力の微小時間部分の入力電圧変化量を、予め求められたノイズ成分のない微小時間部分の入力電圧変化量と比較することによりノイズ成分の有無を検出すると共に、前記ノイズ成分が検出された整流出力の微小時間部分を除いて得た漏電検出用電圧データを前記漏電検出手段に出力するソフトフィルタ手段が設けられた漏電検出装置。

【請求項 2】 前記正弦波発生手段の出力端と前記低電圧回路側との間に、抵抗手段および漏電検出動作確認用のスイッチ手段の直列回路を設けた請求項 1 に記載の漏電検出装置。

【請求項 3】 所定周期の正弦波を発生する正弦波発生手段と、該正弦波発生手段の出力端と高電圧回路を容量結合する結合手段と、前記正弦波発生手段の出力端に接続された整流手段と、該整流手段の整流出力から得た値と漏電検出用の基準値を比較することにより、前記高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出する漏電検出手段とを有した漏電検出装置において、前記漏電検出手段の前段に、前記整流出力の微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを取得し、該漏電検出用電圧データを所定期間にわたって積分して実効値を得る実効値演算手段が設けられ、前記漏電検出手段は、前記実効値演算手段で得た実効値と、予め求められた漏電検出用の基準実効値とを比較して漏電検出を行う漏電検出装置。

【請求項 4】 前記積分する所定期間は前記正弦波の任意の  $1/2$  周期である請求項 3 記載の漏電検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば電気自動車などに用いられ、高電圧回路と低電圧回路との間の漏電の有無を検出する漏電検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、環境問題、エネルギー問題を解決する低公害車として、HEV、PEVなどの電気自動車が注目を集めている。この電気自動車は、二次電池を搭載し、この電池に蓄えられた電力により電動機（モータ）を駆動することにより走行するようになっている。このような電気自動車には、電動機を駆動するための高電圧回路と、音響機器などの電子機器を駆動するための低電圧回路とを有している。この高電圧回路には、

電動機駆動用のインバータが搭載されている。

【0003】一方、この種の漏電検出装置は正弦波発生回路を有し、正弦波発生回路がコンデンサを介して高電圧回路に接続されている。高電圧回路と低電圧回路との間の漏電発生時には、正弦波発生回路からの正弦波出力がコンデンサを介して高電圧回路から低電圧回路側へと流れるため、その分、正弦波発生手段からの正弦波出力レベルが低下する。この低下した正弦波出力レベルが漏電検出用の閾値に比べて低いことを検出することにより、高電圧回路と低電圧回路間で漏電があったことを検出するようになっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の漏電検出装置では、電動機やその駆動用インバータを有する高電圧回路側からコンデンサを介して正弦波出力に短時間ノイズ（ヒゲ状ノイズ）が重畳した状態で漏電検出を行なっていたため、漏電が発生して上記正弦波出力レベルが低下している状態であっても、ノイズをひろって漏電のない正常状態であると誤検出してしまうという問題を有していた。

【0005】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、高電圧回路と低電圧回路間における漏電の有無を正確に検出することができる漏電検出装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の漏電検出装置は、所定周期の正弦波を発生する正弦波発生手段と、この正弦波発生手段の出力端と高電圧回路を容量結合する結合手段と、正弦波発生手段の出力端に接続された整流手段と、この整流手段の整流出力に対応した漏電検出用電圧データを取得し、この漏電検出用電圧データの最大値と漏電検出用の閾値を比較することにより、高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出する漏電検出手段とを有した漏電検出装置において、漏電検出手段の前段に、整流出力の微小時間部分に重畳されたノイズ成分を検出すると共に、ノイズ成分が検出された整流出力の微小時間部分を除いて得た漏電検出用電圧データを前記漏電検出手段に出力するソフトフィルタ手段が設けられたものである。即ち、漏電検出手段の前段に、整流出力の微小時間部分の入力電圧変化量を、予め求められたノイズ成分のない微小時間部分の入力電圧変化量と比較することによりノイズ成分の有無を検出すると共に、ノイズ成分が検出された整流出力の微小時間部分を除いて得た漏電検出用電圧データを漏電検出手段に出力するソフトフィルタ手段が設けられている。

【0007】この構成により、高電圧回路側から結合手段を介して正弦波出力に短時間ノイズが重畳しても、ノイズ成分が検出された整流出力の微小時間部分を漏電検出用電圧データから取り除いた後に、高電圧回路と低電圧回路間における漏電検出を行なうので、ノイズに起因

した漏電の有無の誤検出が防止される。

【0008】また、好ましくは、本発明の漏電検出装置において、正弦波発生手段の出力端と低電圧回路側との間に、抵抗手段および漏電検出動作確認用のスイッチ手段の直列回路を設けている。

【0009】この構成により、漏電検出動作確認用のスイッチ手段を有した漏電検出装置にソフトフィルタ手段を有した本発明を容易に適用させることが可能である。

【0010】次に、本発明の漏電検出装置は、所定期間の正弦波を発生する正弦波発生手段と、この正弦波発生手段の出力端と高電圧回路を容量結合する結合手段と、正弦波発生手段の出力端に接続された整流手段と、この整流手段の整流出力から得た値と漏電検出用の基準値を比較することにより、高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出する漏電検出手段とを有した漏電検出装置において、漏電検出手段の前段に、整流出力の微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを取得し、この漏電検出用電圧データを所定期間にわたって積分して実効値を得る実効値演算手段が設けられ、漏電検出手段は、実効値演算手段で得た実効値と、予め求められた漏電検出用の基準実効値とを比較して漏電検出を行うものである。

【0011】この構成により、整流出力の微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを所定期間にわたって積分して所定期間の正弦波出力の実効値を得、これと漏電検出用の基準実効値とを比較することにより、高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出するので、ヒゲ状のノイズ成分があっても、それは正弦波出力の積分面積値に占める割合が小さく、漏電検出用の大小比較に影響を与えないことから、ノイズ成分による漏電の誤検出を防止することが可能となる。

【0012】また、好ましくは、本発明の漏電検出装置において、積分する所定期間は正弦波の任意の  $1/2$  周期である。

【0013】この構成により、整流出力のどの時点からでも演算待機させることなく、最短に所定期間の正弦波出力の実効値の計算が可能なので、漏電判定が高速化可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の漏電検出装置を電気自動車に適用させた場合の実施の形態 1、2 について図面を参照しながら説明する。

（実施形態 1）図 1 は本発明の実施形態 1 における電気自動車の構成を示すブロック図であり、図 2 は図 1 の正弦波発生手段および整流手段からの出力波形図である。図 1 および図 2 において、電気自動車 1 は、電動機（モータ）などの高電圧負荷 11 を駆動制御する高電圧回路 10 と、各種電子機器などの低電圧負荷 21 を駆動する低電圧回路 20 と、高電圧回路 10 と低電圧回路 20 との間の漏電の有無を検出する漏電検出装置 30 とを有している。

【0015】高電圧回路 10 は、高電圧電源 12 と、高電圧電源 12 からの電力を高電圧負荷 11 側に導通可能とするスイッチ手段 13 と、高電圧負荷 11 を駆動制御するインバータ 14 とを有している。

【0016】高電圧電源 12 は、直列に接続された複数の二次電池 121 で構成されており、電気自動車 1 を走らせる駆動源としての電動機（モータ）を回転駆動させるのに必要な高電圧（例えば 288V）を出力可能としている。

【0017】スイッチ手段 13 は、リレーなどで構成されており、電動機（モータ）などの高電圧負荷 11 を駆動させるのに必要な所定以上の電流容量を有している。

【0018】インバータ 14 は電動機（モータ）を回転駆動させるべく、高電圧電源 12 からの直流電圧を交流電圧に変換するものである。

【0019】低電圧回路 20 は、低電圧電源 22 と、低電圧電源 22 と低電圧負荷 21 との間の接続制御を可能とする電源スイッチ 23 とを有している。

【0020】低電圧電源 22 は、直列に接続された複数の二次電池 221 で構成されており、イルミネーション表示手段 222 や、電子機器としての音響機器 223（例えばラジオやステレオ）などの低電圧負荷 21 を駆動させるのに必要な低電圧（例えば 12V）を出力可能としている。

【0021】電源スイッチ 23 はイグニッションキースイッチであり、車全体の電気系統をオンオフ制御するものである。電源スイッチ 23 はスイッチ手段 13 に連動しており、電源スイッチ 23 のオン操作でスイッチ手段 13 もオン動作し、電源スイッチ 23 のオフ操作でスイッチ手段 13 もオフ動作するようになっている。

【0022】漏電検出装置 30 は、正弦波発生手段 31（以下 SG31 という）と、SG31 の出力端と高電圧回路 10 を容量結合する結合手段としての結合コンデンサ 32 と、SG31 からの正弦波交流出力を整流する整流手段 33 と、整流手段 33 からの整流出力を所定期間のパルス信号に変換する AD コンバータ 34 と、AD コンバータ 34 からのパルス信号の電圧値を用いて漏電の有無を検出制御する制御手段 35 と、漏電検出動作確認用のスイッチ手段 36 とを有している。

【0023】SG31 は、周期  $T$  が  $1\text{sec}$  の正弦波からなる所定周波数の交流出力を発生させるものである。

【0024】結合コンデンサ 32 は、SG31 の出力端と高電圧電源 12 の負極側との間に設けられ、漏電検出装置 30 と高電圧回路 10 とを電氣的に容量結合するものである。

【0025】整流手段 33 は整流用ダイオードとオペアンプで構成され、本実施形態 1 では半波整流を行うものとする。高電圧回路 10 から結合コンデンサ 32 を介してノイズ成分が SG31 からの正弦波出力（周期  $1\text{sec}$ ）に重畳され、これを整流手段 33 が半波整流する

と、図3に示すようなノイズ成分Yが乗った整流出力波形Xが得られるようになっている。

【0026】ADコンバータ34は、整流手段33からの整流出力を、所定時間幅（例えば4msec）毎の波高値に対応した電圧レベルのパルス信号に変換するものである。本実施形態1では、SG31からの正弦波出力の周期を1secとしているため、半波整流出力波形Xの出力時間は0.5secであることから、半波整流出力波形Xを分割する微小時間部分dtを4msecとすると、半波整流出力波形Xは125分割されることになる。ADコンバータ34は、半波整流出力波形Xを125分割したパルス波形に順次変換して、制御手段35に出力するようになっている。

【0027】制御手段35は、ソフトフィルタ手段351と漏電検出手段352とを有している。また、制御手段35のハード構成としては、CPU（中央演算処理装置）とメモリとI/Oポートとを有するマイクロコンピュータで構成されている。このCPUは、メモリ内に記憶されたソフトフィルタ処理用のプログラムと漏電検出処理用のプログラムに基づいて、I/Oポートから取得した各種漏電検出用データを用いてソフトフィルタ処理と漏電検出処理を実施し、その結果である漏電検出の有無を示す制御信号をI/Oポートから、外部のスイッチ手段13に出力して高電圧回路10の電源をオフ制御可能とすると共に、イルミネーション表示手段222の漏電表示部に出力してその表示ランプを点灯制御可能とすようになっている。

【0028】ここで、ソフトフィルタ処理について以下に説明する。ソフトフィルタ処理とは、ノイズ成分が乗った整流出力波形の微小時間部分（4msec）を漏電検出用データとして採用しないように除くフィルタ処理を、マイクロコンピュータのソフトウェアによって実施するものである。ノイズ成分がある整流出力波形の微小時間部分（4msec）を漏電検出用データから除く処理について、図4を用いて詳細に説明するが、ここでは、その説明を簡略化するために、半波整流出力波形Xを10分割した場合について説明する。

【0029】図4に示すように、漏電検出データ件数 $n=10$ で、漏電検出データの番号を示す変数 $I=1\sim10$ とする。また、ADコンバータからソフトフィルタ手段351に入力されるAD取得値が一定値以下の正弦波であるから、微小時間部分（4msec）の入力電圧変化量 $dV_1\sim_{10}$ の各最大変化量 $MaxdV$ は計算で求めることができる。このため、各最大変化量 $MaxdV$ をそれぞれ予め求めるものとする。ソフトフィルタ手段351は、サンプリングする微小時間部分（4msec）の入力電圧変化量 $dV_1\sim_{10}$ を順次計算して監視しており、例えばデータ番号 $I=1$ の計測電圧値 $V_1$ を前回の計測電圧値（ $dV_1$ に相当）とし、データ番号 $I=2$ の計測電圧値 $V_2$ を今回の計測電圧値（ $dV_1+dV_2$ に相

当）とすれば、（今回の計測電圧値 $V_2$ －前回の計測電圧値 $V_1$ ）の絶対値（ $dV_2$ ）が正弦波の最大変化量（ $MaxdV$ ）以下という条件式を満たさないときは、その計測電圧値 $V_2$ を漏電検出用データとして採用せず、また、その条件式を満たすときは、その計測電圧値 $V_2$ を漏電検出用データとして採用するようになっている。この場合は、ノイズYが波形上に乗っていて高い電圧値になっているので、上記条件式を満足せず、その計測電圧値 $V_2$ は漏電検出用データとして採用しないことになる。上記と同様に、ソフトフィルタ手段351は、データ番号 $I=3\sim10$ についても、各計測電圧値 $V_3\sim_{10}$ を漏電検出用データとして採用するか否かを判定するようになっている。なお、データ番号 $I=1$ の場合には、例えばデータ番号 $I=1$ の計測電圧値 $V_1$ を今回の計測電圧値（ $dV_1$ に相当）とし、データ番号 $I=0$ の計測電圧値 $V_0$ を前回の計測電圧値（ $V_0=0$ に相当）とすれば、今回の計測電圧値 $V_1$ －前回の計測電圧値0の絶対値（ $dV_1$ に相当）が正弦波の最大変化量（ $MaxdV$ ）以下という条件式を満たすかどうかを検証する。この場合は、ノイズYが波形上に乗っていないので、上記条件式を満足し、その計測電圧値 $V_1$ は漏電検出用データとして採用することになる。

【0030】次に、漏電検出手段352は、ノイズ成分が重畳された正弦波出力の微小時間部分の各計測電圧値（採用されていない電圧波高値 $V_2, V_3$ ）以外の各計測電圧値（採用された電圧波高値 $V_1, V_4\sim_{10}$ ）中から最大計測電圧値 $V_5$ を求める。各計測電圧値（採用された電圧波高値 $V_1, V_4\sim_{10}$ ）から最大計測電圧値を求める方法は、例えば、まず、データ番号 $I=1$ の計測電圧値 $V_1$ を仮の最大計測電圧値とし、データ番号 $I=4$ の計測電圧値 $V_4$ が計測電圧値 $V_1$ よりも大きい場合には計測電圧値 $V_4$ を仮の最大計測電圧値とし、計測電圧値 $V_4$ が計測電圧値 $V_1$ 以下の場合には計測電圧値 $V_1$ をそのまま仮の最大計測電圧値とする。ここでは、計測電圧値 $V_4$ が計測電圧値 $V_1$ よりも大きいので、計測電圧値 $V_4$ を仮の最大計測電圧値とする。これをデータ番号 $I=5\sim10$ の計測電圧値 $V_5\sim_{10}$ においても同様に繰り返して大小比較することにより、最終的な最大電圧値として最大計測電圧値 $V_5$ を求めることができる。この最大計測電圧値（最大電圧値） $V_5$ と漏電検出用の閾値 $VT$ を比較することにより、高電圧回路10と低電圧回路20間の漏電の有無を検出するようになっている。最大計測電圧値（最大電圧値） $V_5$ が漏電検出用の閾値 $VT$ 以下の場合には漏電検出出力（制御信号）を出力し、図4で破線に示す最大電圧値が漏電検出用の閾値 $VT$ よりも大きい場合には漏電検出出力を出力しないようになっている。なお、漏電発生時には、SG31からの正弦波出力が結合コンデンサ32を介して高電圧回路10から低電圧回路20側へと流れるため、その分、整流手段33の整流出力の電圧レベルが図4で破線に示す電圧レベルから実

線に示す電圧レベルまで低下している。

【0031】この漏電検出力は、制御手段35のI/Oポートからスイッチ手段13およびイルミネーション表示手段22に制御信号を出力し、この制御信号(漏電検出力)により、スイッチ手段13をオフすると共に、イルミネーション表示手段22に例えば各種メンテナンスマークなどの漏電検出表示を行なうようになっている。

【0032】漏電検出動作確認用のスイッチ手段36は、SG31の出力端と低電圧回路20の低電圧回路GND側との間に制限抵抗Rを介して接続可能に設けられており、スイッチ手段36のオンにより、上記漏電発生時と同様の漏電状態を強制的に発生させることができるようになっている。この場合、SG31からの正弦波出力の電圧レベルは低下するが、抵抗手段Rによって略一定値に制限されることになる。

【0033】上記構成により、以下、その動作を説明する。図5は、図1の漏電検出装置30の概略動作を示すフローチャートである。

【0034】図5に示すように、まず、ステップS10でイグニッションキースイッチにより電源スイッチ23をオンすることにより、車全体の電気系統に電源供給する。次に、ステップS20で制御手段35がイニシャルチェック処理を実行する。

【0035】イニシャルチェック処理は、通常のソフトフィルタ処理および漏電検出処理を所定時間例えば10sec間程度行なうと、高圧回路10と低圧回路20との間で漏電しているのかどうかを検出する。これを行なわないと、漏電している場合には、漏電検出動作を確認する次の強制漏電検出処理(ステップS30)を行なう必要が無いからである。

【0036】さらに、ステップS30で制御手段35が強制漏電検出処理を実行する。強制漏電検出処理は、漏電検出動作確認用のスイッチ手段36をオンしてSG31からの正弦波出力を強制的に低電圧回路GND側に流すことで、強制的に漏電状態を起こし、SG31、整流手段33、ADコンバータ34および制御手段35が正常に漏電検出動作をするものかどうかを検証する。この漏電検出の確認は、操作者が、イルミネーション表示手段22における漏電表示部の点灯の有無や、高電圧回路用のスイッチ手段13のオフ動作によって確認することができる。

【0037】さらに、ステップS40で制御手段35が通常漏電検出処理を実行する。通常漏電検出処理は、強制漏電検出用のスイッチ手段36をオフにしてSG31からの正弦波出力を結合コンデンサ32を介して高電圧回路10側に流しつつ、高電圧回路10と低電圧回路20間で漏電が発生した場合には、SG31の出力端の電圧低下を制御手段35にて検出することによって漏電状態の有無を検出するものである。この漏電検出の確認

は、強制漏電検出処理(ステップS30)の場合と同様である。

【0038】図6は、図1の漏電検出装置30の詳細動作を示すフローチャートであり、図5のイニシャルチェック処理、強制漏電検出処理および通常漏電検出処理を詳細に示すものである。

【0039】図6に示すように、ステップS1で制御手段35がSG31に対してPWM出力制御を行い、SG31から所定周期の正弦波が出力される。SG31からの正弦波出力は、整流手段33で半波整流され、その半波整流出力は、ADコンバータ34で4msecの所定微小時間幅毎の波高値(電圧値)に対応した電圧レベルのパルス信号に変換される。

【0040】さらに、ステップS2のA/D値取得処理で、制御手段35のソフトフィルタ手段351はADコンバータ34からのパルス信号を順次取得する。即ち、ソフトフィルタ手段351は、図4に示すように、半波整流出力波形Xを多数の微小時間部分dt(本実施形態では4msec)で例えば125に分割された微小時間部分dt毎の波高値を順次サンプリングする。

【0041】さらに、ステップS3の最大電圧値取得処理では、重畳されたノイズ成分が検出された正弦波出力の微小時間部分を漏電検出用電圧データから取り除くソフトフィルタ処理を実行する。このソフトフィルタ処理後の漏電検出用電圧データから最大電圧値を取得する。なお、ソフトフィルタ処理については、図7にて詳細に後述する。

【0042】さらに、ステップS4では、処理がスタートしてから1sec間が経過したかどうかを制御手段35が判定する。制御手段35が1sec間経過したと判定しない場合には、ステップS5でデータ番号Iを「I=I+1」とした後にステップS1～ステップS4を繰り返す。ステップS4で1sec間経過したと判定した場合(本実施形態では例えばデータ番号I=1～125が終了するのは0.5sec)には、次のステップS6の判定電圧値取得処理に移行する。

【0043】ステップS6で、漏電検出手段352は、判定電圧値取得処理として、周期1secの間の最大電圧値Vmaxを判定電圧V<sub>v</sub>として取得する。

【0044】さらに、ステップS7で、漏電検出手段352は、漏電判定処理を実行する。漏電検出手段352は、漏電判定処理として、判定電圧V<sub>v</sub>と漏電判定用の閾値とを比較して、判定電圧V<sub>v</sub>が所定閾値以下の場合には漏電状態であると判断し、また、判定電圧V<sub>v</sub>が所定閾値VTよりも大きい場合には漏電状態ではないと判断する。漏電検出手段352が漏電状態であると判断した場合には、制御手段35から漏電用のイルミネーション表示信号がイルミネーション表示手段22に出力されると共に、スイッチ手段13をオフする電源オフ信号が出力される。

【0045】以降、正弦波の周期毎に上記と同様の処理が繰り返される。

【0046】ここで、図7を用いてソフトフィルタ手段351によるソフトフィルタ処理について詳細に説明する。図7に示すように、ステップS41でソフトフィルタ手段351はデータ番号がI番目の電圧値の最大変化量 $Max dV$ （AD値入力が入電圧値以下の正弦波であるので、電圧変化量 $dV$ の最大値は計算できる）を計算して取得する。さらに、ステップS42でソフトフィルタ手段351はデータ番号がI番目の計測電圧値の変化量 $dV$ を取得する。さらに、ステップS43でソフトフィルタ手段351は、計算で得られたデータ番号がI番目の最大変化量 $Max dV$ と計測電圧値の変化量 $dV$ とを用いて、その変化量 $dV$ が最大変化量 $Max dV$ 以下かどうかを判定（上記条件式を満足するかどうかを判定）する。ステップS43でソフトフィルタ手段351により、計測電圧値の変化量 $dV$ （前回の計測電圧値－今回の計測電圧値の絶対値）が計算値の最大変化量 $Max dV$ よりも大きいと判定された場合には、変化量 $dV$ に対応した正弦波出力（整流出力）の微小時間部分（ $dV$ 取得値）にノイズがあると判断して、ステップS44でその $dV$ 取得値をキャンセルして漏電判定用データとしては採用しないようにする。

【0047】さらに、ステップS45において、ソフトフィルタ手段351により、計測電圧値の変化量 $dV$ （前回の計測電圧値－今回の計測電圧値の絶対値）が計算値の最大変化量 $Max dV$ 以下であると判定された場合には、変化量 $dV$ に対応した正弦波出力（整流出力）の微小時間部分（ $dV$ 取得値）にノイズがないと判断して、その $dV$ 取得値を漏電判定用データとして採用する。今回の $dV$ 取得値から求めた波高電圧値と、前回の $dV$ 取得値から求めた波高電圧値とを比較して大きい方を最大電圧値として取得し、これを所定微小時間（4 msec）毎に正弦波周期（1 sec）だけ繰り返して、最終的な最大電圧値を取得する。即ち、 $V_{max}$ （前回の取得値）が $V_I$ （今回の取得値）よりも小さいならば、 $V_{max} = V_I$ をセットする。

【0048】以上により本実施形態1によれば、高電圧回路10から結合コンデンサ32を介して正弦波出力に短時間ノイズが重畳しても、ソフトフィルタ手段351は、ノイズ成分を検出した整流出力の微小時間部分に対応した漏電検出用電圧データだけを漏電検出用電圧データから取り除き、漏電検出手段352は、ソフトフィルタ処理後に残った漏電検出用電圧データの最大電圧値 $V_{max}$ と漏電検出用の閾値 $VT$ とを比較することによって、高電圧回路10と低電圧回路20の漏電の有無を検出するようにしたため、ノイズに起因した漏電の誤検出を防止することができる。したがって、従来のように、漏電が発生して正弦波出力レベルが低下している状態であっても、ノイズをひろって漏電のない正常状態で

あると誤検出してしまうような事態はなくなる。

【0049】また、漏電検出動作確認用のスイッチ手段36を有した漏電検出装置30に、ソフトフィルタ処理を容易に適用させることができる。

【0050】なお、本実施形態1では、整流手段33が交流正弦波を半波整流するようにしたが、これに限らず、交流正弦波を全波整流するようにしてもよい。また、本実施形態1では、漏電検出期間を交流正弦波の1周期（1 sec）としたが、漏電検出期間を交流正弦波の1周期（1 sec）以外の他の周期、例えば半周期（0.5 sec）としてもよい。

【0051】また、本実施形態1では、漏電検出動作確認用のスイッチ手段36を設けたが、これに限らず、漏電検出動作確認用のスイッチ手段36を設けない場合であっても、本発明のソフトフィルタ処理を適用できることは明らかである。

【0052】さらに、本実施形態1では、ステップS3のAD値取得処理において、4 msec毎に4回データを取得し、その平均値を取得してそれを用いるようにすることもできる。

【0053】さらに、本実施形態1では、（今回の計測電圧値－前回の計測電圧値）の絶対値 $dV$ が、正弦波の最大変化量（最大電圧変化量 $Max dV$ ）以下という条件式を満たさないときは、その今回の計測電圧値を漏電検出用電圧データ（候補電圧）として採用せず、また、その条件式を満たすときは、今回の計測電圧値を漏電検出候補電圧として採用するようにしたが、これに加えてまたは、これとは別に、次の計測電圧値の判定は、（前回の計測電圧値－次の計測電圧値）の絶対値 $dV$ が正弦波の最大変化量（最大電圧変化量 $Max dV$ ） $\times 2$ 以下という条件式を満たさないときは、その次の計測電圧値を漏電検出候補電圧として採用せず、また、その条件式を満たすときは、次の計測電圧値を漏電検出候補電圧として採用するようにしてもよい。

（実施形態2）上記実施形態1では、ノイズ成分を検出した整流出力の微小時間部分に対応した漏電検出用電圧データだけを漏電検出用電圧データから取り除き、残った漏電検出用電圧データの最大電圧値 $V_{max}$ と漏電検出用の閾値 $VT$ とを比較することにより、高電圧回路10と低電圧回路20の間の漏電を検出するようにしたが、本実施形態2では、ノイズ成分に関わり無く、その整流波形の実効値に基づいて漏電検出を行う場合である。

【0054】図8は、本発明の実施形態2における電気自動車の構成を示すブロック図である。なお、図1と同様の作用効果を奏する部材には同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0055】図8において、漏電検出装置30Aは、SG31と、結合コンデンサ32と、整流手段33と、ADコンバータ34と、漏電検出制御用の制御手段35A



と、漏電検出動作確認用のスイッチ手段36とを有している。なお、ADコンバータ34は整流出力の微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを得る漏電検出用電圧データ取得手段で構成される。

【0056】制御手段35Aは、実効値演算手段353と漏電検出手段354とを有している。また、制御手段35Aのハード構成としては、CPU（中央演算処理装置）とメモリとI/Oポートとを有するマイクロコンピュータで構成されている。このCPUは、メモリ内に記憶された整流出力の実効値演算処理用のプログラムと漏電検出処理用のプログラムに基づいて、I/Oポートから取得した各種漏電検出用データを用いて実効値演算処理と漏電検出処理を実施し、その結果である漏電検出の有無を示す制御信号をI/Oポートから、外部のスイッチ手段13に出力して高電圧回路10の電源をオフ制御可能とすると共に、イルミネーション表示手段222の漏電表示部に出力してその表示ランプを点灯制御可能とすることができる。

【0057】実効値演算手段353は、ADコンバータ34にてサンプリングされた、所定期間（図9（b）に示す例えばT1）で所定時間幅（微小時間部分；例えば4msec）毎の波高値に対応した電圧レベルのパルス信号（漏電検出用電圧データであって図9（b）に示すAD1～ADn；nは自然数）をマイクロコンピュータ内のメモリに保存しておき、以下の式（数1）にて微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを所定期間T（ここでは1/2周期T1）にわたって積分して電圧波形の実効値を演算するものである。

【0058】

【数1】

$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_n^2 dt}$$

漏電検出手段354は、ノイズ成分が重畳された正弦波整流出力の所定期間T1の全微小時間部分毎の漏電検出用電圧データ（図9（b）のAD1～ADn）の演算実効値と、漏電検出用に予め用意した1/2周期T1における正弦波整流出力の基準実効値とを比較することにより、高電圧回路10と低電圧回路20間の漏電の有無を検出するようになっている。例えば演算実効値が基準実効値未満の場合には漏電検出出力（制御信号）を出力し、また、演算実効値が基準実効値以上の場合には漏電検出出力を出力しないようになっている。なお、漏電発生時には、SG31からの正弦波出力が結合コンデンサ32を介して高電圧回路10から低電圧回路20側へと流れるため、その分、整流手段33からの正弦波整流出力の電圧レベルが低下する。

【0059】したがって、従来は、図9（a）に示すようにA/Dコンバータにて正弦波整流出力をサンプリングし、T期間のサンプリング電圧データの最大電圧値V

L1を求め、この最大電圧値VL1と漏電判定用の基準最大電圧値VLとを比較することにより漏電の有無を判定するものであり、このとき、漏電が発生して正弦波整流出力の最大電圧レベル（図10の本当のVL）が低下している状態であっても、ノイズ成分（電圧データAD3）をひろって漏電のない正常な最大電圧レベル（図10のVL）であると誤検出してしまうような事態（課題）が生じていたが、本実施形態2によればこれを解消することができる。

【0060】即ち、本実施形態2によれば、高電圧回路10から結合コンデンサ32を介して正弦波出力に、図10に示すような短時間ノイズが重畳しても、実効値演算手段353は、正弦波整流出力の全微小時間部分の漏電検出用電圧データ（AD1～ADn）を所定期間Tで積分して正弦波整流出力の実効値を演算し、その演算実効値と、予め用意した所定期間Tの基準実効値とを比較し、その大小関係によって漏電の有無を検出する。このため、正弦波出力にノイズが重畳されて、図10に示すように微小時間部分の電圧データAD3が、本当の電圧レベルよりも大幅に高くなっている、全微小時間部分の電圧データ（AD1～ADn）を積分して実効値（面積値）に変換することで、そのノイズ成分を含む電圧データ（AD3）が目立たなくなり、特に、単発のヒゲ状ノイズに強く（耐ノイズ性アップ）、ノイズに起因した漏電の誤検出を防止することができる。微小時間部分が微小であるほど全面積値（実効値）に占めるノイズ成分の割合が少なく、ノイズ成分の漏電判定における影響が少ない。

【0061】なお、本実施形態2では、正弦波整流出力の電圧零ポイントから零ポイントまでの1/2周期（図9（b）のT1）毎に整流電圧波形の実効値を演算し、これを用いて漏電検出を行ったが、例えば電圧零ポイントからずれた図9（b）の1/2周期T2毎に電圧波形の実効値を演算し、これを用いて漏電検出を行うようにしてもよい。1/2周期T1での漏電検出の場合に、電圧零ポイントからずれた場合には次の電圧零ポイントまで待機した後に、正弦波整流出力の電圧零ポイントから零ポイントまでの1/2周期T1にて実効値を演算する必要があったが、1/2周期T2毎の漏電検出では、正弦波整流出力のどの時点からでも演算待機させることなく、最短ADn取得毎に実効値の計算が可能なので漏電判定が高速化可能となる。したがって、従来は、マイクロコンピュータが正弦波整流出力の1周期における最大電圧値VL1が基準最大電圧値VLよりも小さい場合に漏電であると判定していたが、漏電判定に1周期かかっており、これに比べれば、本実施形態2では、正弦波出力の電圧零ポイントから零ポイントまでの1/2周期にて漏電判定が可能となり、漏電判定の高速化可能となる。さらに、どの時点からでも待機期間無く1/2周期にて漏電判定ができれば漏電判定の高速化可能となる。



なお、漏電判定は、A/Dコンバータサンプリング毎にも可能である。

【0062】また、本実施形態2では、実効値演算手段353と漏電検出手段354とを有する漏電検出制御用の制御手段35Aをマイクロコンピュータで構成したが、これに限らず、図8の制御手段35AにSG31およびADコンバータ34をも含めてマイクロコンピュータ（制御手段）で構成することもできる。この場合には、例えば図11のように構成することができる。なお、ADコンバータ34からなる漏電検出用電圧データ

取得手段を実効値演算手段353に含めてもよい。

【0063】  
【発明の効果】以上により、請求項1によれば、高電圧回路側から結合手段を介して正弦波出力に短時間ノイズが重畳しても、ノイズ成分が検出された整流出力の微小時間部分を漏電検出用電圧データから取り除いた後に、高電圧回路と低電圧回路間における漏電検出を行なうため、ノイズに起因した漏電の誤検出を防止して正確な漏電検出を行うことができる。

【0064】また、請求項2によれば、漏電検出動作確認用のスイッチ手段を有した漏電検出装置に、ソフトフィルタ手段を有した本発明を容易に適用させることができる。

【0065】さらに、請求項3によれば、整流出力の微小時間部分毎の漏電検出用電圧データを所定期間にわたって積分して所定期間の正弦波出力の実効値を得、これと漏電検出用の基準実効値とを比較することにより、高電圧回路と低電圧回路間の漏電の有無を検出するため、ヒゲ状のノイズ成分があっても、それは正弦波出力の積分面積値に占める割合を小さくでき、漏電検出用の大小

比較に影響を与えることがなく、ノイズ成分による漏電の誤検出を防止することができる。

【0066】さらに、請求項4によれば、整流出力のどの時点からでも演算符機させることなく最短に、所定期間の正弦波出力の実効値の計算が可能なので、漏電判定を高速に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

\*

\*【図1】本発明の実施形態1における電気自動車の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の正弦波発生手段および整流手段からの出力波形図である。

【図3】図1の整流手段の出力端における半波整流出力の波形図である。

【図4】図1の制御手段が行なうソフトフィルタ処理の説明図である。

【図5】図1の漏電検出装置の概略動作を示すフローチャートである。

【図6】図1の漏電検出装置の詳細動作を示すフローチャートである。

【図7】図6の最大電圧値取得時におけるソフトフィルタ処理を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態2における電気自動車の構成を示すブロック図である。

【図9】（a）は従来の漏電判定を説明するための正弦波整流出力の波形図、（b）は本実施形態2の漏電判定を説明するための正弦波整流出力の波形図である。

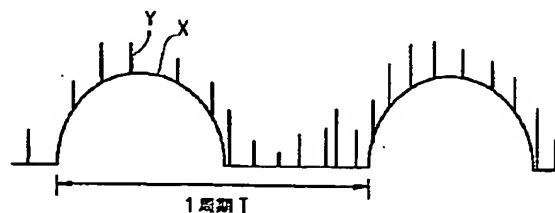
【図10】本実施形態2の漏電判定を説明するためのノイズ成分がのった正弦波整流出力の波形図である。

【図11】本発明の漏電検出装置の他の構成例を示すブロック図である。

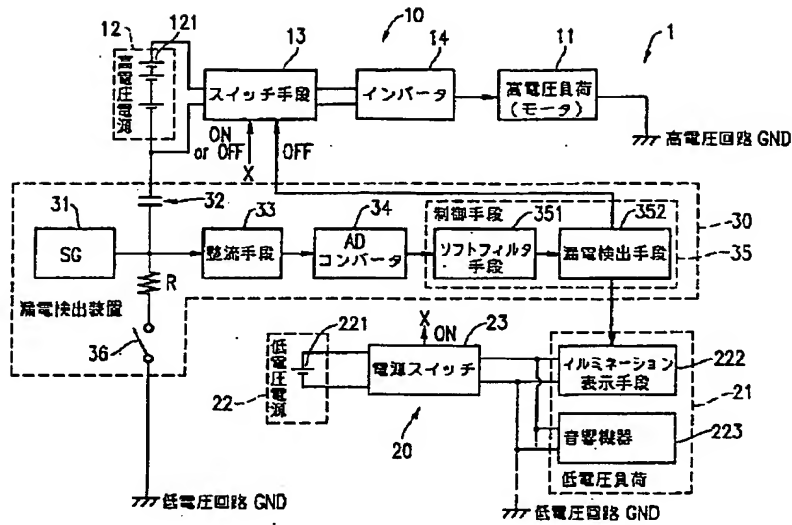
【符号の説明】

- 10 高電圧回路
- 20 低電圧回路
- 30, 30A 漏電検出装置
- 31 正弦波発生手段（SG）
- 32 結合コンデンサ
- 33 整流手段
- 34 ADコンバータ
- 35, 35A 制御手段
- 351 ソフトフィルタ手段
- 352, 354 漏電検出手段
- 353 実効値演算手段
- 36 スイッチ手段

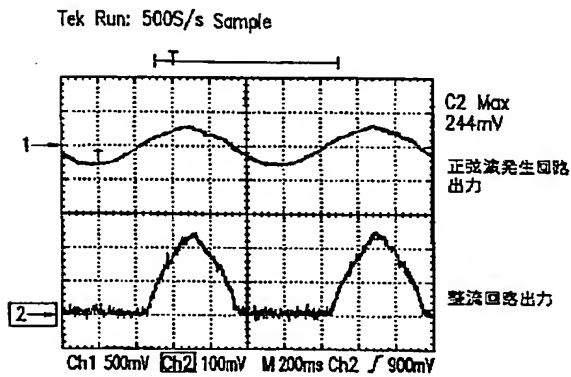
【図3】



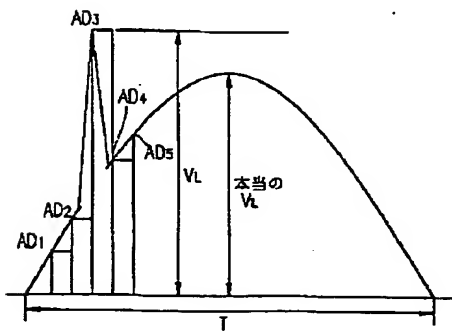
【図 1】



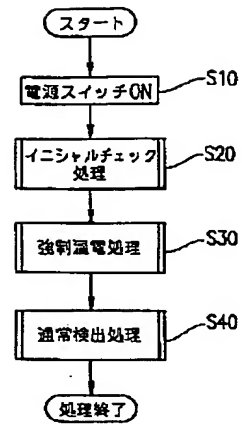
【図 2】



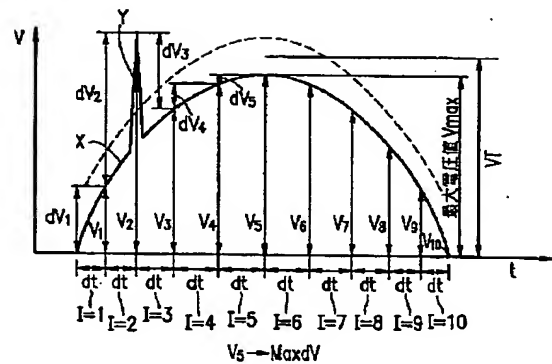
【図 10】



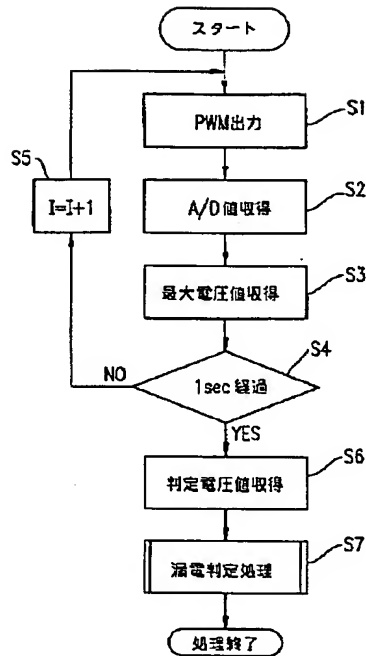
【図 5】



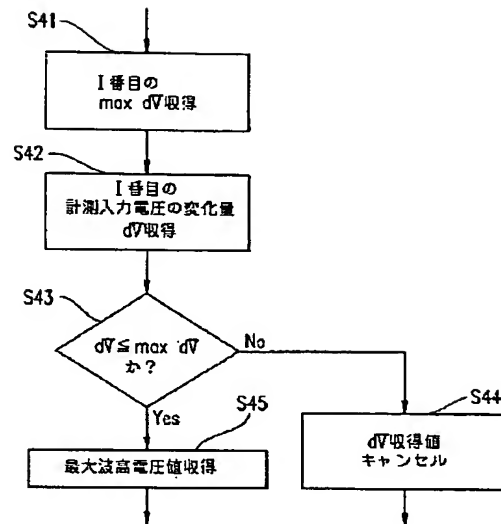
【図 4】



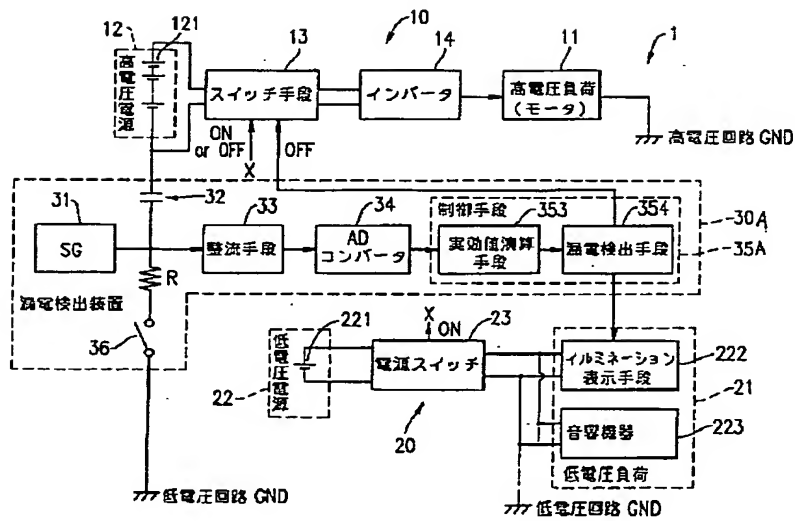
【図 6】



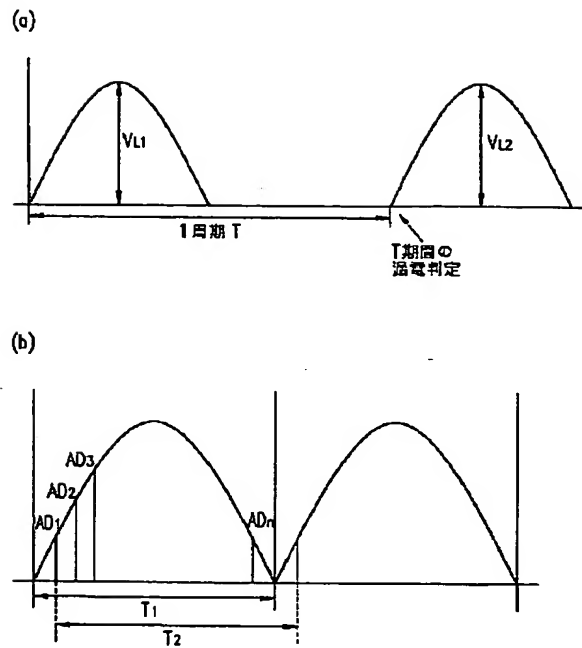
【図 7】



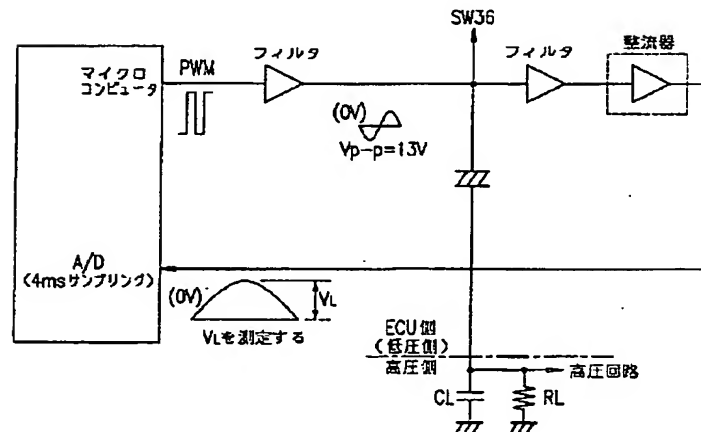
【図 8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 雅弘  
静岡県湖西市境宿555番地 パナソニック  
イーブイエナジー株式会社内

(72)発明者 江越 輝善  
静岡県湖西市境宿555番地 パナソニック  
イーブイエナジー株式会社内

Fターム(参考) 2C014 AA16 AB24 AC18  
5C004 AA04 AB02 BA01 CA02 DB01  
DB03 DB04 DC01 DC14 GA01